

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторної роботи
«Контроль точності важільної скоби»
з дисциплін «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»,
«Метрологія і стандартизація», «Метрологія і основи вимірювань»,
«Метрологічне забезпечення якості»

Харків 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторної роботи
«Контроль точності важільної скоби»
з дисциплін «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»,
«Метрологія і стандартизація», «Метрологія і основи вимірювань»,
«Метрологічне забезпечення якості»

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 1 від 22.06.2017 р.

Харків НТУ «ХПІ» 2017

Методичні вказівки до лабораторної роботи «Контроль важільної скоби» з дисциплін «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання», «Метрологія і стандартизація», «Метрологія і основи вимірювань», «Метрологічне забезпечення якості» / уклад.: Н. В. Козакова. – Х.: НТУ «ХП», 2017. – 11 с.

Укладач: Н. В. Козакова

Рецензент: В. О. Федорович

Кафедра інтегрованих технологій машинобудування ім. М. Ф. Семка

Вступ

Забезпечення якості продукції у значній мірі залежить від успішного вирішення питань, пов'язаних з точністю вимірювань параметрів якості. Метою роботи є ознайомлення з таким засобом вимірювання, як важільна скоба, та її повірка.

1. Загальні положення

Згідно із Законом України «Про метрологію та метрологічну діяльність» *вимірювання* визначаються як відображення фізичних величин їхніми значеннями за допомогою експерименту та обчислень із застосуванням спеціальних технічних засобів. Технічний засіб, що застосовується під час вимірювань, реалізує процедуру вимірювань і має нормовані метрологічні характеристики, називається *засобом вимірювальної техніки* або *засобом вимірювання*. Однією з характеристик засобу вимірювання, яка визначає саме якість вимірювань, є його *точність*, що характеризується близькістю результату вимірювання до істинного значення вимірюваної величини. Основним показником точності є *похибка вимірювання*, тобто відхилення результату вимірювання від істинного значення вимірюваної величини. Саме похибка вимірювання разом з іншими характеристиками, що впливають на точність вимірювання, визначає клас точності засобу вимірювання, який встановлюється для конкретного типу засобів вимірювання у нормативній документації.

2. Повірка

Технічною формою нагляду за засобами вимірювання є *повірка*, що встановлює метрологічну придатність засобів вимірювальної техніки на підставі контролю їхніх метрологічних характеристик. Вона поширюється на засоби вимірювальної техніки, що підлягають державному метрологічному контролю та нагляду і здійснюється органами державної метрологічної служби. Повірці підлягають засоби вимірювання при їхньому випуску з виробництва або ремонту, при імпортуванні та під час експлуатації. *Повірка* – це офіційний захід, що включає сукупність операцій з метою визначення і підтвердження відповідності засобу

вимірювання встановленим технічним вимогам. Засоби вимірювання, що використовуються з навчальною метою у закладах освіти, у процесі їхньої експлуатації повірці не підлягають. Але точність вимірювань має важливе значення і під час лабораторної практики у навчальних закладах. Тому оцінювання похибки вимірювань як один з аспектів повірки має значення як у технічному, так і пізнавальному сенсі навчального процесу. Саме визначення похибки вимірювання важливої скоби мається на увазі під її повіркою у даній роботі.

3. Важільна скоба

Засоби вимірювання, що застосовуються у машинобудуванні, за призначенням можна поділити на універсальні і спеціальні. Перші призначені для вимірювань одного або декількох параметрів деталей певного типу. За кількістю параметрів, що перевіряються при одному встановленні деталі, розрізняють одномірні і багатомірні вимірювальні і контрольні засоби, а за ступенем механізації процесу вимірювань – неавтоматичні, механічні, напівавтоматичні і автоматичні. Серед механічних засобів вимірювання великого поширення у техніці набули вимірюючі прилади, у яких поєднано важільні і зубчасті передачі.

Представником такої групи універсальних вимірювальних приладів є скоба, призначена для вимірювання методом порівняння з кінцевими мірами довжини зовнішніх розмірів деталей:

- при розсортюванні деталей;
- при визначенні овальності;
- при визначенні конусоподібності і т.д.

Існують наступні за конструкцією види скоб: з вбудованим у корпус відліковим пристроєм (праві і ліві), цифрові, зубомірні, швидкоз'ємні та індикаторні. Перші призначені для універсальних відносних вимірювань лінійних зовнішніх розмірів в умовах масового виробництва точного машино- і приладобудування. Вони виготовляються шести типорозмірів з межами вимірювань від 0 до 150 мм: 0–25; 25–50; 50–75; 75–100; 100–125; 125–150, ціною поділки – 0,002 мм і межами вимірювань відлікового пристрою $\pm 0,14$ мм, похибка показань – не більше $\pm 0,002$ мм. Індикаторні скоби, оснащені індикаторами годинникового типу,

виготовляються у десяти типорозмірах з межами вимірювань від 0 до 1000 мм: 0–50; 50–100; 100–200; 200–300; 300–400; 400–500; 500–600; 600–700; 700–800; 800–900; 900–1000 з ціною поділки – 0,01 мм і межами вимірювань відлікового пристрою $\pm 0,14$ мм, похибка показань: не більше 10 мкм – для діапазону показань індикатору 50 мм і 25 мкм – для діапазону показань індикатору 100 мм.

Скоби з цифровим відліком або з індикатором дають змогу зменшити втомлюваність працівників під час багатьох вимірювань, підвищити продуктивність їхньої праці, точність вимірювань, що пояснюється меншою кількістю помилок у результаті вимірювань.

На відміну від індикаторної скоби, вимірювальний стрижень індикатора якої впирається у рухому п'ятку, у звичайній важільній скобі відсутня спеціальна вимірювальна голівка, а стрілочний відліковий пристрій базується на принципі зубчасто-важільного механізму, вбудованого у корпус, за рахунок якого здійснюється передантне відношення при вимірюванні (рис. 1). Важільні скоби випускаються з межами вимірювань від 0 до 100 мм: 0–25; 25–50; 50–75; 75–100. Нижче розглянуто скобу з межами вимірювання 0–25 мм.

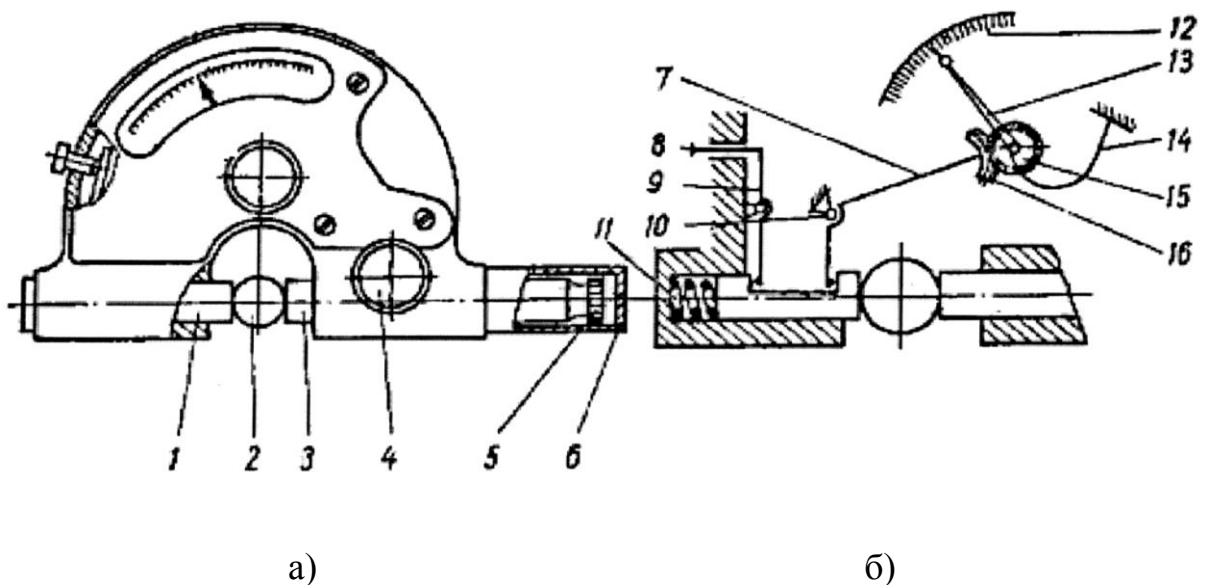


Рисунок 1 – Важільна скоба:

а – загальний вигляд; б – схема скоби

Вимірювальними поверхнями скоби є торцеві поверхні п'яток 1 і 3. П'ятка 3 після виставлення скоби на нуль фіксується стопорним пристроєм 4 і у процесі вимірювання залишається нерухомою. П'ятка 1 має виріз, до однієї з стінок якого притискається кінець малого плеча нерівноплечового важеля 7. До іншої стінки підведено кінець важеля 9, за допомогою якого можна відвести п'ятку 1, натискаючи на кнопку 8 і примушуючи важіль повертатися навколо пори. Пружина 11 повертає п'ятку 1 у початкове положення.

На кінці більшого плеча нерівноплечового важеля 7, що може повертатися навколо вісі шарніра 10, нарізано зубчастий сектор 16, який перебуває в зачепленні із зубчастим колесом 15. На одній вісі з колесом 15 закріплено стрілку 13, що переміщується відносно шкали 12. Пружина 14, яку також закріплено на одній вісі із колесом 15, забезпечує постійне притискання зубів пари з одного боку профілю.

Передатне відношення (збільшення) передачі дорівнює

$$k = \frac{R}{rt} \cdot \frac{2\pi}{z_{15}} \cdot l = \frac{2RL}{rmz_{15}} = \frac{Rl}{rr_d},$$

де R, r – довжини плечей нерівноплечового важеля 7;

t – шаг зубчастої пари: сектор 16 – колесо 15;

z_{15}, m, r_d – число зубів, модуль і радіус дільного кола колеса 15;

l – довжина стрілки 13.

Ціна поділки шкали важільної скоби – 0,002 мм.

Вимірювальне зусилля – 700 + 200 г.

Межі вимірювань шкали скоби $\pm 0,08$ мм.

Похибка при вимірюванні не повинна перевищувати – 0,002 мм.

Вимірювання за допомогою важільної скоби здійснюється шляхом порівняння з блоком плоскопаралельних кінцевих мір довжини, завдяки якому прилад налагоджується на нуль. Розмір вимірювальної деталі дорівнює алгебраїчній сумі розміру блока кінцевих мір і показання стрілки приладу за шкалою. Ця обставина створює певну незручність при використанні важільної скоби – при вимірюванні нового розміру необхідно

переналагоджувати наново нуль шкали за допомогою кінцевих мір довжини.

Застосування важільних скоб при контролі виробів, особливо в умовах дрібносерійного виробництва, все ж дозволяє у багато разів скоротити номенклатуру граничних скоб, крім того, надає можливість не тільки констатувати придатність деталей, що контролюються, але й фіксувати кількісні відхилення дійсних розмірів.

4. Повірка важільної скоби

Через те, що у процесі вимірювань можливі деформації та зношування деталей важільної скоби, потрібно час від часу перевіряти точність її показань. Починаємо контроль важільної скоби з того, що виставляємо на нуль шкали стрілку приладу за допомогою блока кінцевих мір довжини. Кожен студент визначає похибки скоби на прикладі свого цілого номінального розміру, заданого викладачем у межах від 1 до 24 мм. Для прикладу візьмемо блок розміром 15 мм. Збираємо блок такого розміру, розміщуємо його вертикально на столі, важільна скоба знаходиться у горизонтальній площині у такому положенні, яке дозволяє зручно затиснути дзеркальні поверхні блоку між торцевими поверхнями п'яток 1 і 3 скоби. Для цього знімають ковпачок 6 і переміщують гвинт 5, поки стрілка 13 не збіжиться з нульовим штрихом шкали 12, після цього стопорним пристроєм 3 фіксують положення п'ятки 3, нагвинчують ковпачок і здійснюють подальший контроль не забуваючи відводити п'ятку 1 за допомогою важеля 9 при вийманні і введенні наступного блоку кінцевих мір іншого розміру.

Якщо починати з лівої половини шкали, значення якої мають знак плюс, першою точкою виміру з огляду на існуючі у лабораторії набори плоскопаралельних кінцевих мір довжини буде точка $+ 0,005$ мм. Складаємо блок розміром 15,005 мм і, користуючись важелем 9, вводимо його поміж п'ятками 1 і 3. Стрілка приладу при цьому мусить відхилитись на 2,5 поділки шкали вліво від нуля, де знаходяться показання із знаком

«+». Якщо відхилення відмінне від позначки 2,5 поділки, реєструємо похибку: зі знаком плюс, якщо відхилення більше 2,5 поділок, або зі знаком мінус, якщо воно менше 2,5 поділок. Друга точка виміру – 0,01 мм. Для цього складаємо блок плиток розміром 15,01 мм. Далі за тією ж схемою, як для першої точки, визначаємо похибку до кінця шкали, тобто до розміру 15,08 мм.

Таким чином контролюємо іншу половину шкали зі знаком мінус. Перша точка виміру на ній потребує блока кінцевих мір розміром 14,995 мм, і далі через кожні 0,005 мм до кінця шкали, тобто до розміру 14,92 мм.

Одержаними результатами вимірів заповнюємо табл. 1, верхня половина якої відповідає лівій половині шкали, де показання мають знак «+», а нижня – правій половині, показання якої мають знак «-».

Одержані результати вимірювань дають змогу побудувати графік відхилень, для чого за даними табл. 1 заповнюємо поле на рис. 2. Маштабна сітка цього поля: вертикальна клітина – один мікрометр, горизонтальна – п'ять мікрометрів.

При вимірюваннях важільною скобою вимірювальні розміри складаються з алгебраїчної суми розмірів блоків кінцевих мір, за допомогою яких було налаштовано шкалу приладу на нуль, та показань шкали. Для врахування похибки важільної скоби необхідно також знати ще й похибку вимірювання у кожній точці шкали приладу (рис. 2). Після здійсненої перевірки важільної скоби за допомогою одержаного графіка далі, при користуванні приладом, можна похибку вимірювань розмірів звести практично до нуля. Для цього до показань приладу додається зі своїм знаком величина похибки у даній точці шкали.

Наприклад, стрілка шкали важільної скоби зупинилася на позначці «+34», при цьому прилад було налаштовано на нуль за допомогою блока кінцевих мір розміром 22,92 мм. Тоді, з огляду на побудований графік (рис. 2), похибка вимірювань на позначці +34 мкм складає -3 мкм, а дійсний розмір вираховується так: $l_d = 22,92 + 0,034 - 0,003 = 22,951$ мм.

Таблиця 1 – Результати вимірювань

Розмір зібраного блока кінцевих мір довжини	Номінальне показання важільної скоби, мкм	Дійсне показання шкали важільної скоби, мкм	Похибка вимірювання, мкм
1	2	3	4
15,080	+80	+77	-3
15,075	+75	+72	-3
15,070	+70	+69	-1
15,065	+65	+63	-2
15,060	+60	+59	-1
15,055	+55	+58	+3
15,050	+50	+50	0
15,045	+45	+44	-1
15,040	+40	+38	-2
15,035	+35	+31	-4
15,030	+30	+25	-5
15,025	+25	+26	+1
15,020	+20	+17	-3
15,015	+15	+11	-4
15,010	+10	+8	-2
15,005	+5	+6	+1
14,995	-5	-6	-1
14,990	-10	-9	+1
14,985	-15	-16	-1
14,980	-20	-23	-3
14,975	-25	-25	0
14,970	-30	-29	+1
14,965	-35	-38	-3
14,960	-40	-41	-1
14,955	-45	-46	-1
14,950	-50	-48	+2

Продовження табл. 1

1	2	3	4
14,945	-55	-59	-4
14,940	-60	-62	-2
14,935	-65	-64	+1
14,930	-70	-73	-3
14,925	-75	-76	-1
14,920	-80	-82	-2

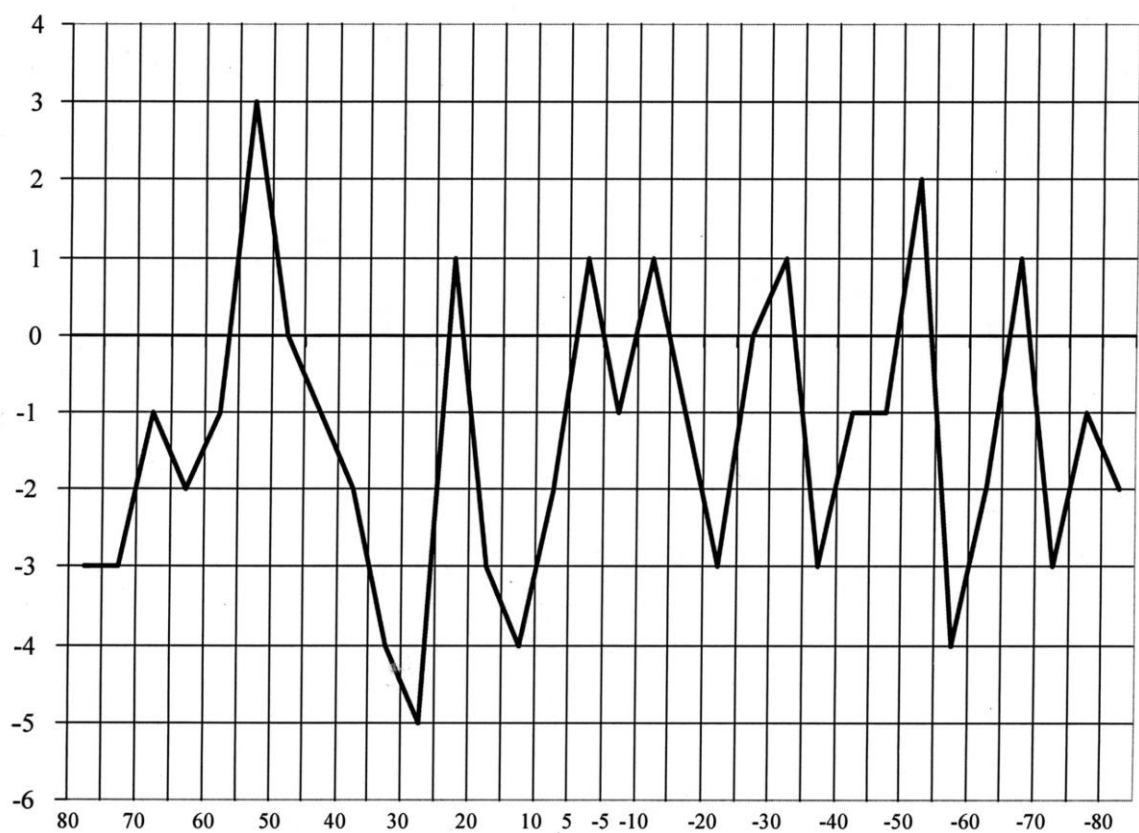


Рисунок 2 – Графік розподілу похибки вимірювання

Завдяки проведеній роботі студент знайомиться з методикою точних вимірювань розмірів за допомогою менш точного приладу в разі відсутності більш точного на даний момент.

Список літератури

1. Закон України «Про метрологію і метрологічну діяльність» // Відомості Верховної Ради України. – 2003. – № 30. – 247 с.
2. Зайцев С. А. Контрольно-измерительные приборы и инструменты / С. А. Зайцев, Д. Д. Грибаев, А. Н. Толстов и др. – М.: Изд. Центр «Академия», 2003. – 463 с.
3. Рубинов А. Д. Цеховой контрольно-измерительный инструмент / А. Д. Рубинов, К. И. Абаджи . – М.: Машгиз, 1957. – 204 с.
4. Зворикін О. К. Допуски, посадки і технічні вимірювання / О. К. Зворикін, Ю. Є, Кирилюк, З. М. Ломаченко, Ю. Г. Радченко. – К.: «Вища школа», 1970. – 232 с.
5. Апарин Г. А. Допуски и технические измерения: Учебное пособие для машиностроительных вузов / Г. А. Апарин, И. Е. Городецкий. – М.: Машгиз, 1956. – 734 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки

до виконання лабораторної роботи

«Контроль точності важільної скоби»

з дисциплін «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»,

«Метрологія і стандартизація», «Метрологія і основи вимірювань»,

«Метрологічне забезпечення якості»

Укладач: КОЗАКОВА НАТАЛІЯ ВІТАЛІЇВНА

Відповідальний за випуск А. І. Грабченко

Роботу до виконання рекомендував О. М. Шелковой

Редактор О. І. Шпільова

План 2017 р., поз. 137

Підп. до друку . Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Папір офсет.

Друк – ризографія. Гарнітура . Ум. друк. арк.

Наклад 50 прим. Зам. № . Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХП».

61002, Харків, вул. Кирпичова, 2.

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3657 від 24.12.2009 р.

Друкарня НТУ «ХП».

61002. Харків, вул. Кирпичова, 2